

Diciembre 2019 - ISSN: 1696-8352

RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA PARA REDUZIR DESPESAS GERENCIAIS NO SETOR DE RESÍDUOS

Heitor Capela Sanjad¹
Antonio Jorge Silva Araújo Junior²
Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa³

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Heitor Capela Sanjad, Antonio Jorge Silva Araújo Junior y Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa (2019): "Reciclagem como alternativa para reduzir despesas gerenciais no setor de resíduos", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana (diciembre 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/reciclagem-reduzir-residuos.html>

RESUMO

A elevada geração de resíduos sólidos é um dos principais problemas do século XXI, sendo constante a preocupação em encontrar alternativas para reduzir os danos ambientais causados pela disposição incorreta do rejeito. Diante disto, o objetivo foi analisar o potencial econômico, social e ambiental que a reciclagem de resíduos sólidos pode trazer ao município de Belém (PA). Primeiramente estabeleceu-se o potencial de RSU que podem ser reciclados a partir dos dados de geração total e por categoria de cada material reciclável. Por último, depois da pesquisa nacional dos preços em R\$/ton. de cada material reciclável, foi realizada análise das vantagens econômicas por cenário de reciclagem. O cenário de cada projeção permitiu uma grande economia no setor na ordem de milhões de reais que poderá ser revestida diretamente na melhoria das atividades de armazenamento, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos. Foi observado que Belém apresenta um grande potencial para a reciclagem dos seus RSU em todos os cenários projetados, mesmo no menos favorável, com aproveitamento de apenas 10%. Com isso, é possível concluir que o esforço governamental para alcançar a menor meta de reciclagem já permite uma realidade otimista e sustentável da prática.

Palavras-chave: Danos Ambientais, Potencial Econômico, Material Reciclável.

RESUMEN

La alta generación de residuos sólidos es uno de los principales problemas del siglo XXI, y existe una preocupación constante por encontrar alternativas para reducir el daño ambiental causado por la eliminación incorrecta de los residuos. Ante esto, el objetivo era analizar el

¹ Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Doutorando no programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA) – **Autor Principal**. E-mail: hsanjad@hotmail.com

² Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Doutorando no programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA). E-mail: ajorgejunior@live.com

³ Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Doutorando no programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA). E-mail: eduardoaguiarsc@hotmail.com

potencial económico, social y ambiental que el reciclaje de residuos sólidos puede aportar al municipio de Belém (PA). En primer lugar, se estableció el potencial de RSU que puede reciclarse a partir de los datos de generación total y por categoría de cada material reciclable. Finalmente, después de la encuesta nacional de precios en R\$/tonelada de cada material reciclable, se realizó un análisis de las ventajas económicas por escenario de reciclaje. El escenario de cada proyección ha permitido una gran economía en el sector del orden de millones de reales que pueden cubrirse directamente en la mejora de las actividades de almacenamiento, recolección, transporte y eliminación de residuos sólidos. Se ha observado que Belém tiene un gran potencial para reciclar sus RSU en todos los escenarios proyectados, incluso en los menos favorables, con solo un 10% de utilización. Con esto, se puede concluir que el esfuerzo del gobierno para alcanzar el objetivo de reciclaje más bajo ya permite una realidad optimista y sostenible de la práctica.

Palabras clave: Daño ambiental, potencial económico, material reciclable.

ABSTRACT

The high generation of solid waste is one of the main problems of the 21st century, and there is a constant concern to find alternatives to reduce the environmental damage caused by the incorrect disposal of the waste. Given this, the objective was to analyze the economic, social and environmental potential that solid waste recycling can bring to the municipality of Belém (PA). Firstly, the potential of MSW that can be recycled from the total generation data and by category of each recyclable material was established. Finally, after the national survey of prices in R\$/ton of each recyclable material, an analysis of the economic advantages by recycling scenario was performed. The scenario of each projection has allowed a large economy in the sector in the order of millions of reais that can be covered directly in the improvement of solid waste storage, collection, transportation and disposal activities. It has been observed that Belém has great potential for recycling its MSW in all projected scenarios, even in the least favorable, with only 10% utilization. With this, it can be concluded that the government effort to reach the lowest recycling target already allows an optimistic and sustainable reality of the practice.

Keywords: Environmental Damage, Economic Potential, Recyclable Material.

JEL: Q56 - Environment and Development; Environment and Trade; Sustainability; Environmental accounting.

UNESCO 6 dígitos: 3308 Ingeniería y tecnología del medio ambiente - 13 Procesos de reciclaje.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais começaram a ser percebidos mundialmente a partir da segunda metade do século XIX, iniciando a chamada Revolução Ambiental, que promoveu significantes transformações nas organizações sociais, industriais, políticas e econômicas, originando também os primeiros estudos relacionados a fórmulas e métodos para diminuição dos danos ambientais (NASCIMENTO; PINTO, 2018).

Entre esses possíveis danos está a elevada geração de resíduos sólidos, sendo um dos principais problemas do século XXI, sendo constante a preocupação em encontrar alternativas para reduzir os danos ambientais causados pela disposição incorreta do rejeito. Essa situação é comum em todo o mundo, pois tantos países desenvolvidos quanto subdesenvolvidos necessitam de soluções práticas, tecnicamente executáveis e financeiramente adequadas para a solução deste problema.

De acordo com o Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA, 2012), a produção de resíduos sólidos mundial deverá ter um aumento de 1,3 bilhão de

toneladas para 2,2 bilhões de toneladas até o ano de 2025. Tal fato torna-se ainda mais preocupante (ou agrava-se) quando necessidades humanas básicas, como acesso à água limpa e segurança alimentar, podem estar ameaçadas por conta de práticas impróprias na gestão de resíduos. Ainda segundo a mesma fonte supracitada, a classe média mundial crescerá (até 2025) dos atuais 2 bilhões para quase 5 bilhões, aumentando os efeitos negativos do consumismo desenfreado atualmente praticado e extremamente nocivo ao meio ambiente.

Nesse contexto, o processo de reciclagem é uma ferramenta vital para melhorar a qualidade ambiental e a saúde humana. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2016), a reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo, transformando objetos e materiais usados em novos produtos para o consumo.

Para Krauczuk (2019) a reciclagem é o reaproveitamento pelo qual passam alguns objetos usados, a fim de que novos produtos possam ser confeccionados a partir deles; e pode ser fonte geradora de renda, além de contribuir para a conservação do meio ambiente; prevenindo de riscos à saúde pública.

De acordo com este conceito de reciclagem e considerando o que diz Souza e Fonseca (2010), o termo reciclagem difundiu-se na mídia a partir do final da década de 1980, quando foi constatado que as fontes de petróleo e de outras matérias-primas não renováveis estavam se esgotando rapidamente e que havia falta de espaço para a disposição de lixo e de outros dejetos na natureza.

Nos últimos anos esta é uma das temáticas mais abordadas quando se observa o campo da educação ambiental. Segundo a pesquisa de Rodrigues et al. (2019) as temáticas mais abordadas nas atividades pedagógicas são o tema “resíduos sólidos/Lixo”. Para os autores este tema é considerado um dos maiores problemas ambientais urbanos da nossa sociedade, e o tema “Reciclagem” surge como uma das principais formas de resolução da problemática.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (BRASIL, 2010) indica que cerca de 10% dos resíduos gerados nas cidades brasileiras são reciclados, com o setor movimentando quase R\$ 12 bilhões por ano. Além disso, a perda por materiais que não são reciclados soma mais de 8 bilhões por ano, haja vista que a maioria dos municípios brasileiros não possui serviços de reciclagem e muito menos coleta seletiva (CEMPRE, 2009).

Segundo Pantoja (2016), no que diz respeito à operacionalização do serviço público de manejo de resíduos sólidos, é possível observar, com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que as etapas de coleta e transporte, na modalidade convencional, têm sido o foco principal da gestão do município de Belém, especialmente na área urbana.

Infelizmente em muitos municípios do Brasil, ainda são incipientes as práticas de reciclagem e, em muitos casos, o grande volume de resíduos sólidos torna inadequada a destinação final. Por outro lado, a falta de separação dos resíduos dificulta o tratamento, resultando em locais em que o chorume (líquido tóxico gerado pela decomposição orgânica do resíduo sólido) contamina o solo e as fontes de água subterrâneas, enquanto os gases produzidos no processo de decomposição são liberados de forma não controlada no meio ambiente.

Diante da realidade apresentada, o objetivo foi analisar o potencial econômico, social e ambiental que a reciclagem de resíduos sólidos pode trazer ao município de Belém. Tal análise baseia-se na quantificação das despesas operacionais do poder público para o manejo e controle de RSU.

Após a obtenção das despesas atuais, é importante estabelecer alternativas e cenários de reciclagem no município para identificação do retorno econômico aos cofres públicos com essa prática. Com isso, é possível estimar a eficiência das iniciativas em cada cenário de

reciclagem, com o objetivo de definir sua relevância para a redução do volume atual de resíduos sólidos urbanos enviados ao aterro sanitário localizado no município de Marituba (PA), destino dos resíduos da região metropolitana de Belém.

2 MATERIAL E MÉTODOS

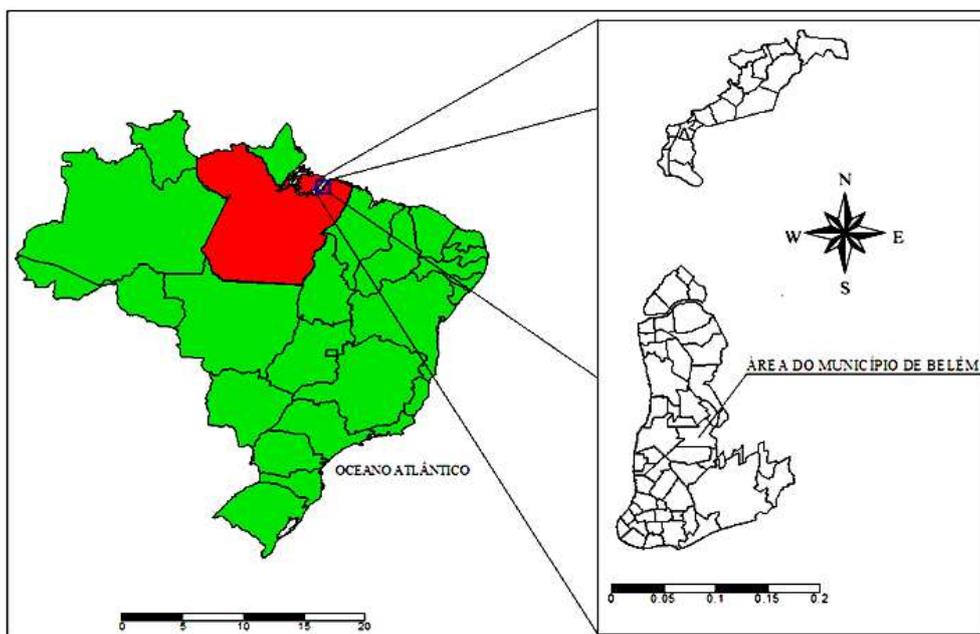
2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o município de Belém-PA, localizado pelas coordenadas: Lat. $-01^{\circ} 27' 21''$ e Long. $48^{\circ} 30' 01''$, capital do Estado, conforme a Figura 1. Apresenta uma área $1.059,402 \text{ km}^2$, o que corresponde a $0,085\%$ do Estado. Atualmente, apresenta população de $1.446.042$ habitantes.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município, medida composta dos indicadores de longevidade, educação e renda, é considerado médio. Em 2010, resultou em $0,746$, o maior entre as cidades do Estado e da região norte do Brasil.

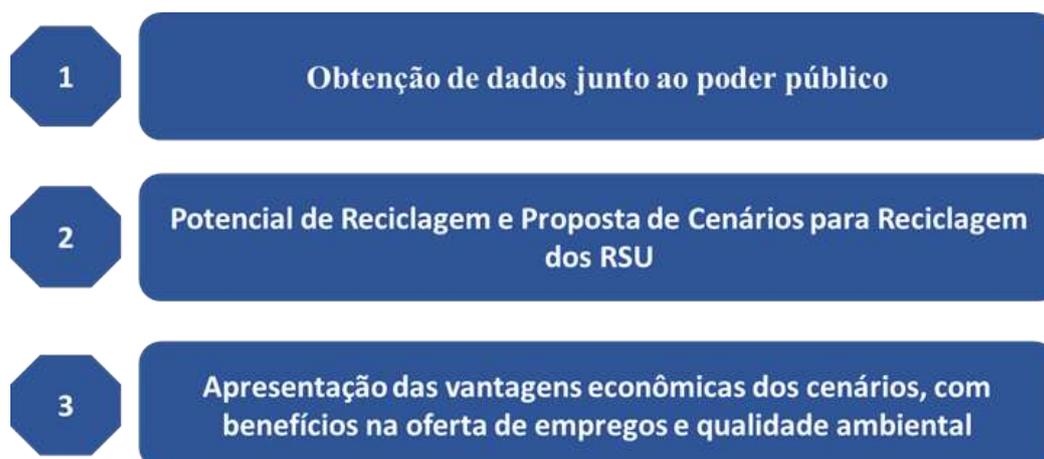
O Produto Interno Bruto (PIB) do município, soma, em valores monetários, de todos os bens e serviços finais produzidos na região, de acordo com o IBGE (2013), é da ordem de R\$ 25.772 bilhões em valores correntes, concentrando $48,22\%$ do Estado do Pará.

Figura 1: Localização do município de Belém-PA



A metodologia de estudo foi dividida em três etapas estruturadas para obter resultados condizentes com o objetivo proposto por este trabalho (Figura 2).

Figura 2: Etapas metodológicas



A primeira etapa metodológica foi baseada na aquisição de informações oficiais a respeito da massa total de RSU produzidos anualmente no município de Belém, além de dados da despesa e arrecadação anual relacionadas as práticas de limpeza urbana envolvendo coleta, transporte e destinação final dos resíduos.

O objetivo da segunda etapa foi estabelecer o potencial de RSU que podem ser reciclados a partir dos dados de geração total e por categoria de cada material reciclável. Para isso, foi utilizado o estudo de Carneiro realizado no ano de 2006, que embora antigo, a pesquisa considerou aspectos socioeconômicos da população belenense em diferentes bairros e a evolução das características de geração dos tipos de resíduos entre os anos de 2000 e 2006. Na Figura 3 pode-se observar a divisão que o autor realizou em seu trabalho.

Figura 3: Parâmetros segundo as classes socioeconômicas

ESPECIFICAÇÃO	Baixa	Media Baixa	Média Baixa a Média	Média a Média	Média Baixa a Média Alta	Média Alta	Área Comercial
Plásticos (%)	14,07	15,84	11,59	15,17	15,86	15,36	17,09
Papel e Papelão (%)	14,34	14,52	18,64	16,54	22,14	25,25	15,61
Metais (%)	2,13	2,75	3,49	2,68	2,13	5,30	1,72
Vidros (%)	1,64	1,12	1,43	1,49	2,22	1,55	1,33
Mat. Orgânica Compostável (%)	43,67	49,23	50,69	45,22	37,80	40,60	50,82
Outros (%)	24,15	16,54	14,16	18,90	19,85	11,94	13,43
Peso Espec. Apar. Úmi (kg/m³)	218,40	216,45	213,00	243,55	157,87	173,90	164,73

Fonte: Carneiro, 2006.

Isso satisfaz a determinação do perfil de produção dos RS no município, o que possibilitou com base em estudos gravimétricos, determinar a proporção específica de cada material reciclável, incluindo matéria orgânica.

Essa proporção então foi aplicada na massa total encontrada para o ano de 2014 na cidade de Belém, obtendo uma estimativa da geração de cada tipo de material em três cenários diferentes que consideraram um aproveitamento de coleta seletiva de 50%, 25% e 10% da geração total no ano supracitado.

Na terceira etapa, pós pesquisa nacional dos preços em R\$/ton. de cada material reciclável, foi realizada análise das vantagens econômicas por cenário de reciclagem, permitindo identificar benefícios na recuperação econômica do setor e possibilidade de cadeia de negócios com a economia gerada, além dos benefícios ambientais ao município de Belém.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Belém, a questão da coleta seletiva com destinação para a reciclagem é um projeto ainda insatisfatório, enquanto que a grande quantidade de lixo produzida tanto pela população quanto pelos outros setores públicos e privados da cidade chegam a mais de 23 mil toneladas por mês, sendo que 35% de todo esse material poderia ser reciclado (ARAÚJO et al., 2010).

O SNIS (2014) declara em seu levantamento que os gastos públicos com gerenciamento de resíduos sólidos estão direcionados às atividades de coleta, varrição, capina, manutenção da frota e gastos referentes à gestão do sistema.

Carneiro (2006) afirma que o município é dividido em 88 roteiros de coleta distribuídos em dez setores que abrangem todos os bairros da cidade. A frequência de coleta é diferente em cada bairro, variando de duas a sete vezes por semana. Na cidade de Belém, existe a cobrança de uma taxa fixa relativa aos resíduos sólidos para a manutenção da prestação deste serviço através da Guia de Recolhimento do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana (IPTU).

Pantoja (2016) informa que o valor arrecadado com taxa de resíduos sólidos inseridas na cobrança do IPTU durante o período de 2012 a 2014 foi de R\$ 96.323.622,35, o que correspondeu a 10,11% da arrecadação tributária própria do município, que foi de R\$ 952.427.933,00, segundo as informações do Relatório Resumido da Execução Orçamentária, produzido anualmente por Prefeitura Municipal de Belém (PMB).

Diante dessas informações, os resultados da potencialidade da reciclagem em Belém são apresentados por etapas abaixo.

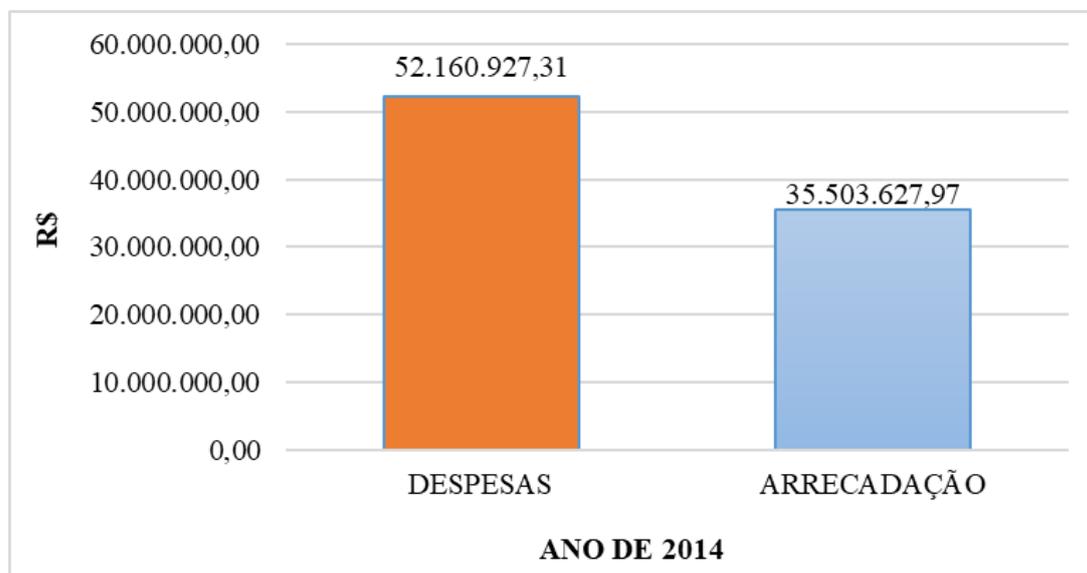
Determinação do Volume Gerado e das Despesas de Coleta, Transporte e Destinação Final dos Resíduos Sólidos

De acordo com o SNIS (2014), a produção de RSU em Belém no ano de 2014 foi de aproximadamente 626.658,2 toneladas para uma população de 1.432.844 habitantes, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com estes dados foi possível obter um resultado de geração per capita de resíduos de 437,35 kg/hab.ano.

Ainda de acordo com o SNIS (2014), o valor gasto pela prefeitura municipal no ano de 2014 para atendimento da coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e públicos foi de R\$ 52.160.927,31. Este montante corresponde apenas à coleta de RSU, não considerando os gastos com a coleta dos resíduos de serviço de saúde (RSS) e gastos com varrição de logradouros públicos.

O valor arrecadado com o imposto (IPTU) no ano de 2014 foi de R\$ 35.503.627,97 (SNIS, 2014). Nota-se que as despesas no ano de 2014 foram superiores a arrecadação, sendo necessária uma compensação de R\$ 16.657.299,34 para não ocorrer déficit no orçamento da prefeitura municipal (Figura 4), certamente sendo obtida com remanejamento de verba de outros setores.

Figura 4: Comparativo de despesas e arrecadação referentes ao município de Belém no ano de 2014 (em milhões)



Fonte: SNIS, 2014.

De acordo com o Portal da Transparência da PMB, após uma busca de receitas detalhadas, a arrecadação tributária obtida pela SEFIN (Secretaria de Finanças), com impostos e taxas, no ano de 2014 foi de R\$ 555.904.760,00. Deste montante, o gasto com o setor de resíduos sólidos representou aproximadamente 9,4 % do orçamento anual.

Este valor não foge da realidade do país, pois segundo Reichert e Mendes (2014) a limpeza urbana e o gerenciamento dos resíduos sólidos municipais no Brasil correspondem a uma fatia que varia de 5 a 15% dos orçamentos públicos das cidades. Em sua pesquisa os autores encontraram para a cidade de Porto Alegre um gasto com gerenciamento de RSU urbanos variando de 3,6 a 4,6% da receita municipal.

Potencial de Reciclagem e Proposta de Cenários para Reciclagem dos RSU

Carneiro (2006) elaborou um amplo estudo da caracterização física dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de Belém, Ananindeua e da Região Metropolitana de Belém, relacionando-os com a situação socioeconômica, sua evolução temporal, sua potencialidade de reciclagem e a redução de custos com a limpeza urbana.

Ao realizar estudo gravimétrico de 10.243 kg de RSU no município de Belém, o que permitiu determinar a composição dos resíduos gerados em cada bairro da cidade, Carneiro (2006) encontrou proporções específicas para cada tipo de material reciclável. Tais proporções permitiram para que a pesquisa pudesse estimar a massa de cada reciclável que poderia ser coletada diante de um valor de massa total produzido na cidade.

Sendo assim, para o cálculo do potencial de reciclagem, foi considerada a coleta no ano de 2014, a qual alcançou um total de 626.658,2 toneladas, sendo aplicados os resultados de composição da massa elaborados por Carneiro, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativa da composição de recicláveis dos RSU coletados em Belém (PA) no ano de 2014

MATERIAIS RECICLÁVEIS	COMPOSIÇÃO DA MASSA TOTAL (%)	MASSA TOTAL COLETADA (t)
Plástico	14,98	93.873,40
Papel/Papelão	17,06	10.907,89
Metais	2,64	16.543,78
Vidro	1,52	9.525,20
Matéria Orgânica	45,89	287.573,45
Outros	17,91	112.234,48

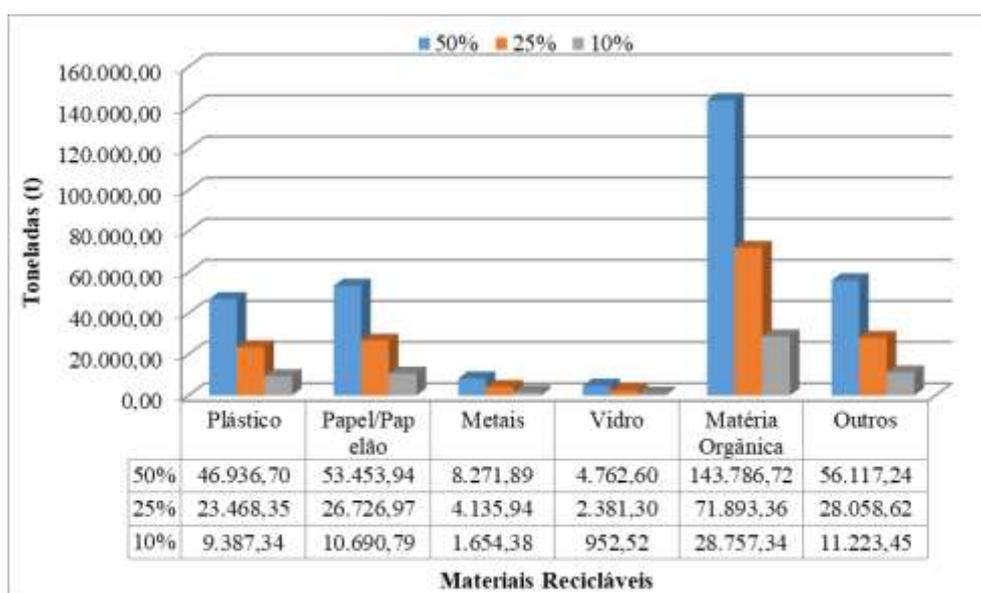
Fonte: Adaptado de Carneiro, 2006.

Com essas informações, é possível avaliar o potencial de reciclagem atual, considerando cenários específicos para este aproveitamento. Diante dos dados obtidos, o potencial de reciclagem foi avaliado em três cenários, isto é, em um aproveitamento de 50%, 25% e 10% da massa total coletada.

No primeiro cenário e mais otimista, para um aproveitamento de 50% dos RSU coletados, foi obtido um total de 313.329,10 toneladas. No segundo cenário, que estima um aproveitamento de 25% da massa total de RSU coletada, obteve-se um quantitativo de 156.664,55 toneladas e, por fim, o terceiro cenário, menos otimista, com estimativa de aproveitamento de 10% da massa coletada, o aproveitamento projetado seria de 62.665,82 toneladas dos RSU.

Desses valores, foi retirada a composição de cada material reciclável, obtendo a seguinte distribuição (Figura 5).

Figura 5: Estimativa de geração de recicláveis para os três cenários de aproveitamento



Importante observar que a maior geração de resíduo estimada foi de matéria orgânica. No cenário de 10% de aproveitamento, totalizou 28.757,34 toneladas. Este é um resíduo considerado úmido e com elevado poder de reutilização para aplicação dos processos de compostagem, os quais tem como finalidade a produção de adubo natural que, por sua vez, poderia ser distribuído a comunidades que dependem da agricultura para sua subsistência.

Como a exemplo o estudo de Rezende et al. (2016) que foi realizado no povoado Aparecida do Mearim (MA), onde todos os moradores utilizam a agricultura como meio de subsistência, utilizando o lixo para a produção do adubo utilizado nas plantações da comunidade e também com os moradores do município de Grajaú (MA) que são assíduos na feira municipal.

Já no trabalho de Frare, Oliveira e Freitas (2017) que realizaram um diagnóstico rural das comunidades ribeirinhas da região do Marajó (PA) com o intuito de entender as práticas de manejo adotadas por essas populações e averiguar o potencial agroecológico de sua produção agroextrativista. No local, os autores constataram que a adubação das culturas agrícolas é feita por meio de compostos orgânicos elaborados a partir da compostagem de sementes de açaí, esterco animal, serragem de madeira e restos de culturas vegetais como a casca da mandioca.

A elaboração de uma composteira é de fácil desenvolvimento, pois, além dos materiais requeridos serem de baixo custo, o conhecimento aplicado é de fácil entendimento. Na Figura 6 pode-se observar como funciona o processo.

Figura 6: Realização da compostagem



Fonte: <https://cienciainformativa.com.br>

A compostagem além de ser um método que não tem custos, diminui os gastos com produtos químicos utilizados no cultivo de hortaliças. Uma vez que o composto orgânico proveniente da compostagem doméstica beneficia o crescimento das plantas que recebem a aplicação do composto (BEZERRA et al., 2019).

Vantagens Econômicas da Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos de Belém (PA)

Com os resultados da projeção de cada cenário proposto, foi executada uma estimativa de economia que a reciclagem poderia gerar diante da posse dos valores atualizados do preço de sucata no Brasil. A fonte desta pesquisa de preço foi a CEMPRE (2016). Contudo, no site da organização não há os valores cobrados por tonelada na cidade de Belém, sendo informados apenas alguns municípios do país.

Diante da inexistência de informações locais sobre os valores de R\$/ton. referente aos materiais recicláveis, foi calculado um valor médio a partir dos dados de cidades, como São Paulo, Belo Horizonte, Mesquita, Manaus, Natal, Florianópolis e Goiânia. Com isso, é possível obter uma base de cálculo para executar a projeção de cada material reciclável na cidade de Belém (Tabela 2).

Tabela 2: Média de R\$/ton. do material reciclável em municípios brasileiros

CIDADE	MATERIAL RECICLÁVEL (R\$ /Ton.)				
	PAPEL	PAPELÃO	VIDRO	METAL	PLÁSTICO
São Paulo (SP)	450,00	375,00	210,00	3.800,00	1.400,00
Belo Horizonte (MG)	350,00	320,00	30,00	3.500,00	1.500,00
Mesquita (RJ)	500,00	180,00	300,00	3.700,00	800,00
Manaus (AM)	400,00	280,00	--	2.000,00	1.000,00
Natal (RN)	200,00	250,00	100,00	2.000,00	500,00
Florianópolis (SC)	390,00	270,00	30,00	3.200,00	1.400,00
Goiânia (GO)	300,00	180,00	30,00	3.000,00	1.000,00
Média	390	270	65	3.200,00	1.000,00

Fonte: CEMPRE, 2016.

Analisando a Tabela 2, é possível perceber que o material menos valorizado para reciclagem é o vidro comum, sendo seu valor médio calculado de apenas R\$ 65,00 por tonelada. O material mais valorizado é o metal, com preço médio de sua tonelada custando R\$ 3.200,00.

Por causa dessa valorização do material “metal”, principalmente o alumínio, este é o reciclável mais procurado pelos catadores de resíduos sólidos nos grandes centros urbanos, gerando como consequência o maior potencial de economia com a prática da reciclagem.

Segundo Chaves, Marques e Silveira (2018), no Brasil, a produção de alumínio primário caiu bastante e o consumo interno aumentou (respectivamente 780.000 e 1.400.000 toneladas em 2015), isso abriu espaço para a importação e a produção de alumínio secundário (reciclagem).

De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), desde meados de 2014 o Brasil passou a ser mais importador que exportador de alumínio. Em 2015 o país importou 615 kt e exportou 460 kt do metal primário.

Além de abrir espaço para o alumínio importado, principalmente da China, essa situação também incentivou a prática da reciclagem do metal (produção de alumínio secundário, a partir da fusão de sucata) já que esta consome apenas 5% da energia comparado com a produção de alumínio primário (CHAVES; MARQUES; SILVEIRA, 2018).

Na Figura 7 pode-se observar como o ciclo da reciclagem do alumínio funciona.

Figura 7: Ciclo da reciclagem do alumínio



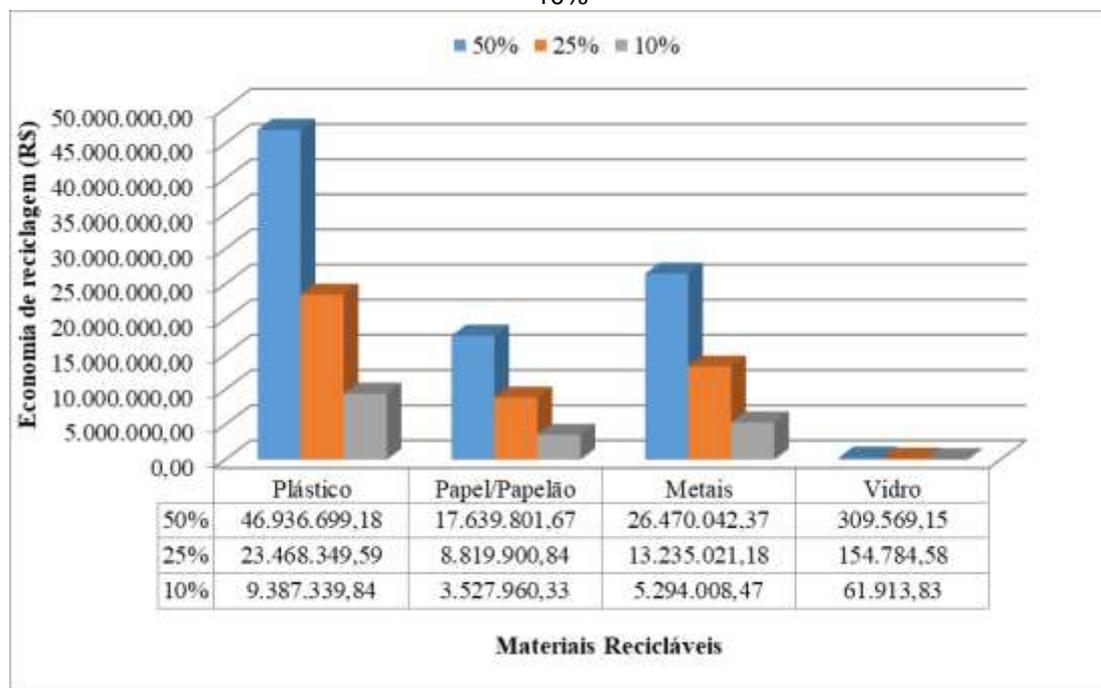
Fonte: <http://www.sinalverdereciclagem.com>

Segundo a ABAL, no Brasil a reciclagem do metal é bastante significativa, correspondendo a 33,7% da quantidade total de metal consumido, maior que a média mundial de 30,7%. Para a sucata de latas de alumínio a reciclagem é da ordem de 98%. Fora que esta atividade contribui para o trabalho silencioso de milhares de “catadores”.

Importante destacar que o material “papel” utilizado na tabela de cálculo de R\$/ton. é o papel tipo branco, que se enquadram os papeis de escritório, manuscritos, impressos e cadernos usados sem capas. Como as informações da massa de papel e papelão coletados em Belém são fornecidas em conjunto, foi feita uma média do seu preço R\$/ton. e estimado na projeção como um material único.

Realizando a projeção de cada material para os cenários de 50%, 25% e 10% de reciclagem, obteremos a seguinte economia, apresentada no Figura 8.

Figura 8: Projeção de economia em R\$/ano para cada cenário de aproveitamento, 50%, 25% e 10%



O cenário de cada projeção permite uma grande economia no setor na ordem de milhões de reais que poderá ser revestida diretamente na melhoria das atividades de armazenamento, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos na cidade de Belém.

Mesmo no cenário de aproveitamento 10% do material reciclado, é possível obter uma economia considerável, com provável retorno de R\$ 18.271.222,47 aos cofres públicos que poderia ser somado a atual arrecadação de R\$ 35.503.627,97, gerando um montante de R\$ 53.774.850,44, superior em 3% da atual despesa de R\$ 52.160.927,31.

As vantagens com a aplicabilidade da reciclagem permitirão uma maior geração no número de empregos, pois surgirá uma maior demanda para a construção de empreendimentos (usinas, galpões, entre outros) para suprir as atividades da cadeia da reciclagem.

De acordo com Donato, Barbosa e Barbosa (2015), as maiores vantagens da reciclagem são: minimizar o uso de fontes naturais, geralmente não renováveis; diminuir a quantidade de resíduos que necessitam de tratamento final, prolongando a vida útil dos aterros sanitários; contribuir para a formação de uma consciência ecológica; valorização da limpeza pública e geração de empregos como em cooperativas.

A evolução da área de reciclagem no Brasil vem ganhando mais foco com o passar dos anos justamente pela necessidade do desenvolvimento de três pilares da vida em sociedade: o econômico, o ambiental e o social. Econômico, porque a transformação de materiais recicláveis pode gerar um ganho de escala no âmbito comercial e industrial; o ambiental em face de, quanto mais materiais forem reciclados, menor a quantidade de materiais destinados aos aterros sanitários; e o social, porque hoje os catadores são profissionais reconhecidos, contribuindo com os sistemas de coleta seletiva (WANDERLEY; ARAUJO; ARAUJO, 2018)

Com esse aporte na coleta seletiva, pode-se citar alguns benefícios a qualidade ambiental, como a diminuição de emissão de gás carbônico, devido a redução do número de

rotas da coleta de resíduos sólidos; aumento do ciclo de vida útil do material reciclável e redução no impacto ambiental causado pelos materiais recicláveis na natureza destinados ao atual aterro sanitário do município.

O Brasil, é composto por 5.564 municípios, destes, 994 possuem coleta seletiva, 536 deles contam com a participação das cooperativas (GONÇALVES et al., 2019). Anjos et al. (2019) destacam que também seria de grande importância envolver os comerciantes no sistema de coleta seletiva, implantando o selo verde que proporcione algum benefício, como, por exemplo, descontos de taxas de impostos de serviços municipais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos na pesquisa, foi observado que Belém apresenta um grande potencial para a reciclagem dos seus RSU em todos os cenários projetados, mesmo no menos favorável, com aproveitamento de apenas 10%. Com isso, é possível concluir que o esforço governamental para alcançar a menor meta de reciclagem já permite uma realidade otimista e sustentável da prática.

Para tanto, se faz necessário um maior investimento na cadeia da reciclagem, abrindo espaço para cooperativas de catadores desses materiais, fornecimento a custo baixo de ferramentas, estrutura física e cursos de capacitação para eles, além do incentivo e aperfeiçoamento da coleta seletiva em todos os bairros da cidade. Assim haverá a real valorização desse material como elemento de retorno financeiro a sociedade.

A reciclagem mostra sua importância não apenas do ponto de vista ambiental com a redução da disposição de resíduos no meio ambiente e no aterro sanitário municipal, ou social, com inclusão de novas formas de emprego e renda neste setor, mas também mostrou sua relevância como forma de equilíbrio das finanças públicas e favorecimento ao superávit econômico da cidade de Belém que atualmente possui déficit no setor de limpeza urbana.

Com a valoração da reciclagem, a logística reversa seria implementada de acordo com o exigido pela lei 12.305/2010 tornando a cidade de Belém legalmente enquadrada, ambientalmente responsável e socialmente sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL–Associação Brasileira do Alumínio - <http://www.abal.org.br>, acessado em 13/12/18.

Anjos, J. S., Wolff, G., Ferraro, A. C., & Santos, C. F. (2019). MOBILIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO DE GUANHÃES. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(1), 600-628.

Araújo, M. L., de Sousa, S. N., & Lobato, V. C. (2010). Análise da Disposição do Lixo na Cidade De Belém-PA: O Caso Do Lixão do Aurá. *Para Onde!?*, 4(1).

BELÉM. Portal da Transparência Belém. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/transparencia/>>. Acesso em: 05 de novembro de 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150140>>. Acesso em 11 de dezembro de 2016.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. Disponível <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100514_relatsau.pdf>. Acesso em 11 de dezembro de 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Disponível em <

<http://www.mma.gov.br/destaques/item/7656-reciclagem>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016.

Bezerra, F. C., Soares, B. M., Lima, J. C. F., Lopes, M. B., & da Silva, E. J. (2019). Educação Ambiental para a Sustentabilidade: A Redução do Lixo Orgânico na Comunidade Acadêmica por meio do Processo de Compostagem. ID ONLINE REVISTA MULTIDISCIPLINAR E DE PSICOLOGIA, 13(43), 1121-1131.

CEMPRE – Compromisso empresarial para reciclagem. Mercado (2009). Um caminho real para a sustentabilidade. Revista Limpeza Pública. São Paulo, n. 71, p. 17-27.

CEMPRE – Compromisso empresarial para reciclagem. Mercado – Preço do Material reciclável, 2016. Disponível em: <<http://cempre.org.br/servico/mercado>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

Carneiro, P. F. N. (2006). Caracterização e avaliação da potencialidade econômica da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua-PA.

Chaves, C. A., de Almeida Marques, S., & da Silveira, W. (2018). BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DE MATERIAIS-O CASO DO ALUMÍNIO. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, 3(3), 111-134.

Donato, L. A., Barbosa, M. D. F. N., & Barbosa, E. M. (2015). RECICLAGEM: O CAMINHO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Polêm!ca, 15(2), 023-034.

Frare, J. C. V., de Oliveira, I. A., & de Freitas, L. (2017). Potencial agroecológico da agricultura familiar de comunidades ribeirinhas agroextrativistas do Marajó, Amazônia Oriental. Revista Unimar Ciências, 26(1-2).

Gonçalves, A. N., de Melo, S. A. B. X., de Sá, S. T. F., de Melo, A. X., & Lemos, R. A. (2019). ANÁLISE DA ROTA DA COLETA SELETIVA DOS RSUS DA COOPERTAN EM TANGARÁ DA SERRA–MT. *South American Development Society Journal*, 5(14), 376.

Krauczuk, H. M. (2019). RECICLAGEM. FESPPR Publica, 3(1), 18.

Nascimento, R. M., & Pinto, A. E. M. (2018). Sustentabilidade e precaução: uma avaliação do plano municipal de gerenciamento de resíduos de Macaé referenciados na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista de Direito da Cidade, 10(1), 78-94.

Pantoja, F. P. (2016). Gestão de transferências voluntárias: desafios e oportunidades na captação de recursos federais para o setor de resíduos sólidos no município de Belém/PA.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUMA). Um novo balanço para as Nações: UNU-IHDP e PNUMA lançam um índice de sustentabilidade que vai além do PIB. Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/comunicados_detalhar.php?id_comunicados=213>. Acesso em: 19 jun. 2017.

Reichert, G. A., & Mendes, C. A. B. (2014). Avaliação do ciclo de vida e apoio à decisão em gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos urbanos. Engenharia sanitária e ambiental: órgão oficial de informação técnica da ABES. Vol. 19, n. 3 (july/sept. 2014), p. 301-313.

Rezende, L. P., da Silva Almeida, F., da Silva Chaves, S., de Meira Pereira, A., Figueiredo, J. F., & Gomes, S. C. S. (2016). SUSTENTABILIDADE: EVITANDO A PRODUÇÃO DO LIXO DOMÉSTICO E CONTRIBUINDO PARA O MEIO AMBIENTE. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 5(2), 814-828.

Rodrigues, G. S., Pinto, B. C. T., de Souza Fonseca, L. C., & do Couto Miranda, C. (2019). O estado da arte das práticas didático-pedagógicas em Educação Ambiental (período de 2010 a

2017) na Revista Brasileira de Educação Ambiental. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), 14(1), 9-28.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Programa de Modernização do setor de saneamento: Diagnóstico da Gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014. Brasília, DF: M. Cidades/SNSA.

Souza, S. F., & da Fonseca, S. U. L. (2009). Logística reversa: oportunidades para redução de custos em decorrência da evolução do fator ecológico. Revista Terceiro Setor & Gestão-UNG-Ser, 3(1), 29-39.

Wanderley, L. A., Cassiano de Araujo, C., & Cassiano de Araujo, C. (2018). ANÁLISE DO SETOR DE RECICLAGEM NO ESTADO DA BAHIA POR MESORREGIÕES ENTRE 2007 E 2015. RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico, 1(39).